

Best Available Copy

(19)日本国特許庁(J P)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-121338
(P 2 0 0 0 - 1 2 1 3 3 8 A)
(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード ⁸ (参考)
G01B 11/24		G01B 11/24	K 2F065
11/02		11/02	Z 5B057
G06T 7/00		G06F 15/62	405 A
H01L 21/60		H01L 21/92	604 T

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平10-289913

(22)出願日 平成10年10月13日(1998.10.13)

(71)出願人 000178022

山形カシオ株式会社

山形県東根市大字東根甲5400番地の1

(72)発明者 清野 秀行

山形県東根市大字東根甲5400番地の1 山

形カシオ株式会社内

(72)発明者 高橋 孝之

山形県東根市大字東根甲5400番地の1 山

形カシオ株式会社内

(74)代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

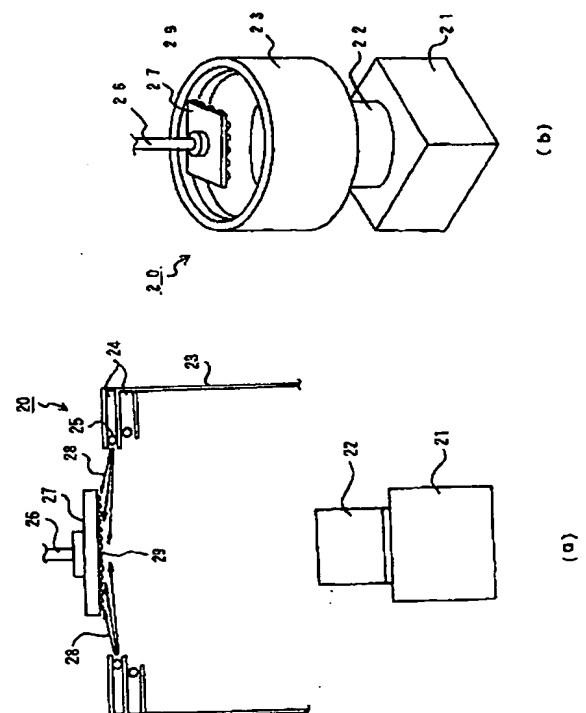
最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子部品検査装置

(57)【要約】

【課題】BGA電子部品のパンプの良否を確実に且つ迅速に判定する電子部品検査装置を提供する。

【解決手段】電子部品検査装置20は撮像カメラ21のレンズ22の上方に円筒状の照明ユニット23が配置される。照明ユニット23の上開口部には内側に張り出す3つのフランジにより形成された2つの輪状の光源室24が上下2段に形成され、その先端部に複数のLEDからなる光源25が配置されて輪状の照射部を形成する。この上開口部に近接して部品搭載装置の作業ヘッド等の部品保持器26がその吸着ノズルの先端にBGA電子部品27を保持して撮像を待機する。撮像カメラ21により撮像された正常な形状のパンプ29の撮影画像は暗い背景の中の連続した且つ輪幅の様な輪状の光輝像として得られる。この光輝像を少なくとも8等分する角度から、光輝像の直径及び輪の幅を測定して予め設定されている比較用データと比較して良否を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明対象物をリング状に取り囲んで照明すべく一定の円周に沿って配置された複数の光源を有する照明手段と、

該照明手段によりBGA電子部品のボール配置面を浅い角度で照射させる位置に前記BGA電子部品を保持する部品保持手段と、

該部品保持手段に保持された前記BGA電子部品の前記照明具により照射されているボール配置面を撮像する撮像手段と、

を有して、

該撮像手段により撮像される前記BGA電子部品のボールが連続するリング状の光輝像となるように前記照明手段、前記保持手段及び前記撮像手段を配置することを特徴とする電子部品検査装置。

【請求項2】 予め入力された前記BGA電子部品の前記ボールに係る所定のパラメータを記憶する記憶手段と、

該記憶手段に記憶されている所定のパラメータと前記撮像手段により撮像された前記BGA電子部品のボールの前記光輝像から得られる所定方向のデータとに基づいて前記BGA電子部品のボールの良否を判定する判定手段と、

を更に有することを特徴とする請求項1記載の電子部品検査装置。

【請求項3】 前記保持手段と前記照明手段との相対位置は、前記保持手段が保持する前記BGA電子部品のボール配置面に対する前記照明手段の光源からの照射角が10度±5度になるように設定されることを特徴とする請求項1記載の電子部品検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、BGA電子部品のボールの良否の検査を適正に行う電子部品検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、電子機器の小型化と高速化の要望に応えるべく、プリント基板に搭載される電子部品のLSI集積度は高まる一方である。そのような電子部品(チップ)のLSI集積度が高くなるほどチップから外部に出す配線端子の数が増加する。すなわち、近年では、通称むかどと称されていたリード線をチップの2つの側面から突出させていた形状から、チップの四方の側面からリード線を突出させて配線端子を増加させたものが多くなり、更にはチップの下面全面にバンブといわれる半球状の配線端子を形成した電子部品(BGA電子部品)が多用されるようになってきている。

【0003】図7(a)は、そのようなBGA電子部品のバンブ配設面(下面)の平面図であり、同図(b)はそのA矢視一部拡大図である。同図(a)、(b)に示すように、

BGA電子部品1の下面2には、全面にバンブ3が配設されている。通常、これらのバンブ3は、NiまたはAlの下地に半球状の半田ボールが施されている。このようなBGA電子部品1は、部品搭載装置の搭載ヘッド先端の吸着ノズルに吸着保持されてプリント基板の取付け位置に移送され、プリント基板の配線端子とBGA電子部品のバンブとが一致するように載置された後、半田ペーストが固化されて、プリント基板上の所定の位置に固定される。

10 【0004】このようにチップの下面全面にバンブを備えたものは、単に配線端子数を増加させ易いというばかりでなく、プリント基板に搭載する際にも作業が容易であるという利点があるため、現在では一層需要が増大している。

【0005】ところで、このBGA電子部品に限らず全ての電子部品について言えることではあるが、電子部品の配線端子に欠落や形状異常等の不具合があると、それをそのままプリント基板に搭載したのでは、配線接続が不良となってプリント基板全体が不良となってしまう。

20 【0006】これでは他の搭載された部品までプリント基板と一緒に破棄されることになって極めて不経済であり、また、一枚のプリント基板に掛けた折角の搭載作業時間が無駄になって作業効率の低下を招くという問題が発生する。

【0007】このような不具合を防止するためには、予め電子部品の配線端子に異常が有るか無いかを検査して、異常が発見されたものは不良品として排除しておくてはならない。

30 【0008】図8(a)は従来の電子部品の検査装置の一例を示す斜視図であり、同図(b)はその側断面図である。同図に示すように、この電子部品検査装置4は、撮像カメラ5のレンズ6の上方に四角な枠組みの照明器7が配置される。照明器7は、内部の四面がそれぞれ上に広がる傾斜面8を形成しており、これらの四つの傾斜面8にはそれぞれ上段、中段及び下段に分けて多数の光源9が配設されている。

40 【0009】これら上中下の3段に分けられた光源9は、照明する対象となる電子部品の種類によって使い分けられるようになっており、同図(a)、(b)に示す例では、部品保持器11に保持されている部品12が下面にバンブ13を有するBGA電子部品であることに対応して、同図(b)に矢印14で示すように、上段の光源9が点灯している。

50 【0010】図9(a)は、上記の照明器7によって照らし出され、撮像カメラ5によって撮像された電子部品12(図7(a)、(b)に示したBGA電子部品1)のバンブ配設面を示す図であり、同図(b)は、同図(a)の撮像像の丸印Bで示す部分の模式的拡大図、同図(c)は、同図(b)の撮像像の丸印Cで示す1個のボール部分を更に拡大して示す図であり、検査用のボール良否認識用画像で

ある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図9(c)に示すように、このボール良否認識用画像は、薄暗くほぼ全面を占める図には網目で示す背景部15の中に、やや変形したラグビーボール状の4つの光輝像16が十字対称形に映し出されているだけである。ボールの丁度光輝像16として映し出されている部分が変形や欠落している場合は不良であると判定できるが、光輝像16間では、背景部15と同一であるため、その部分の良否を判断することができない。

【0012】もし、この撮影画像を用いて良否の判断を行うとすれば、画像を45度回転させて、再度全てのボールについて検査を行うことになる。すなわち、2倍の検査時間が掛かることになって検査の作業を著しく低下させて問題となる。

【0013】また、画像を回転させず、図9(c)に示す画像の4つの光輝像16の位置のみで、すなわち略1/2の確率で良否を判断した場合は、何も検査しない場合よりは良いとしても、適正であったか否かは、そのBGA電子部品をプリント基板に搭載した後に通電して行う実地検査で判明することになる。

【0014】しかし、これでは、ボールの不良なBGA電子部品がプリント基板に搭載される機会が多分に残っており、電子基板製造の歩留りの向上が阻害され、前述した不良発生による不経済な点や搭載作業時間の無駄の問題が解決されないままとなってしまう。

【0015】本発明の課題は、上記従来の実情に鑑み、プリント基板へ作業効率よく電子部品の搭載を行うべくBGA電子部品の実装面のボールの良否を確実に判定する電子部品検査装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】以下に、本発明の電子部品検査装置の構成を述べる。本発明の電子部品検査装置は、照明対象物をリング状に取り囲んで照明すべく一定の円周に沿って配置された複数の光源を有する照明手段と、該照明手段によりBGA電子部品のボール配置面を浅い角度で照射させる位置に前記BGA電子部品を保持する部品保持手段と、該部品保持手段に保持された前記BGA電子部品の前記照明具により照射されているボール配置面を撮像する撮像手段と、を有して、該撮像手段により撮像される前記BGA電子部品のボールが連続するリング状の光輝像となるように前記照明手段、前記保持手段及び前記撮像手段を配置して構成される。

【0017】そして、この電子部品検査装置は、例えば請求項2記載のように、予め入力された前記BGA電子部品の前記ボールに係る所定のパラメータを記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶されている所定のパラメータと前記撮像手段により撮像された前記BGA電子部品のボールの前記光輝像から得られる所定方向のデータと

に基づいて前記BGA電子部品のボールの良否を判定する判定手段と、を更に有して構成される。

【0018】また、上記保持手段と上記照明手段との相対位置は、例えば請求項3記載のように、上記保持手段が保持する上記BGA電子部品のボール配設面に対する上記照明手段の光源からの照射角が10度±5度になるように設定される。

【0019】これにより、BGA電子部品の実装面のボールが正常の場合は連続した且つ輪幅の様な輪状の光輝像として捉えることができ、その良否を確実に判定することができるようになる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図1(a)は、一実施の形態における電子部品検査装置の側断面図であり、同図(b)は、その外観斜視図である。同図(a),(b)に示すように、この電子部品検査装置20は、撮像カメラ21のレンズ22の上方に、上下に開口する円筒状の照明ユニット23が配置され、下方の開口部は撮像カメラ21のレンズ22を取り囲んでいる。

【0021】この照明ユニット23の上開口部には、内側に鐮状に張り出す複数(図に示す例では3枚)のフランジによって形成された複数(図の例では2つ)の輪状の光源室24が上下2段に形成されている。そして、これらの光源室24の先端部に複数のLEDからなる光源25が配置されて、それぞれ輪状の照射部を形成している。これら上下2段に分けられた輪状の照射部は、照明する対象となる電子部品の種類によって使い分けられるようになっている。

【0022】この照明ユニット23の上開口部に近接して、部品保持器26(通常は部品搭載装置の作業ヘッド)がその吸着ノズルの先端に部品(同図の例ではBGA電子部品)27を保持して撮像を待機する。そして、この部品27がBGA電子部品であるときは、同図(a)の照射光28に示すように、上段の光源室24の光源25が点灯する。

【0023】部品保持器26と照明ユニット23との位置関係は、照明ユニット23の照射光28により照射されるBGA電子部品27のバンプ29が配設されている下面が浅い角度で照射されるように配置される。

【0024】図2(a)は、上記のBGA電子部品27の一部拡大側面図であり、同図(b)は電子部品検査装置20の照明器ユニット23によって照らし出され、撮像カメラ21によって撮像されたBGA電子部品27の正常バンプの光輝像を示す図、同図(c)は不良バンプの光輝像を示す図である。

【0025】同図(a)に示すように、このBGA電子部品27に、正常バンプ29-1と不良バンプ29-2があるものとする、正常バンプ29-1の撮影画像は、同図(b)に示すように、半球状のバンプの底部近傍の周

面と中央部の面が背景部と同様に暗像く、中間部の周囲が輪状に輝く光輝像32-1を形成する。このような正常バンプ29-1に対応する連続した輪状の光輝像32-1は、上述した部品保持器26と照明ユニット23との位置関係と共に、これらに対する撮像カメラ21の配置を調整することによって得ているものである。

【0026】他方、不良バンプ29-2が同図(a)に示すように、正常な半球29'であるべきものの略半分が欠損しているような場合、同図(c)に示すように、連続した輪状であるべき光輝像が半分欠けた光輝像32-2となつて撮像され、又、更に、正常な半球29'であるべきものの殆ど全部が脱落したバンプ跡29-3のような場合は、同図(d)に示すように、バンプの半田の跡が若干残つて部分的に光る光輝像32-3となつて撮像される。

【0027】このような光輝像32(32-1、32-2、32-3)は、本実施の形態においては、上述したようにバンプの中間部の正常な周囲に当たった照射光が反射して形成されるべきものであるから、同図(a)の不良バンプ29-2や29-3の不良形状に限ることなく、如何様な種類の不良形状にも対応して、図2(c)、(d)に示す形状とは異なる別な輪状が不完全な形状の光輝像を形成する。

【0028】図3(a)は、本実施の形態において、上記図2(a)の正常なバンプ29-1に対して図2(b)に示すような連続する且つ輪幅の様な輪状の光輝像を得るための、部品保持器26と照明ユニット23との位置関係を示す図である。図3(a)に示すように、部品保持器26が保持するBGA電子部品27のバンプ配設面に対する光源25からの照射角は10度±5度である。

【0029】これによって、図3(b)(図2(b)と同じ)に示す連続する且つ輪幅の様な輪状の光輝像を得ることができる。もし、照射角が10度±5度よりも深い(角度が大きい)と、同図(c)に示すように、光輝像の輪幅が広がり過ぎる。このような光輝像は、バンプ表面に不良とすべき凹凸があつても、その陰影を吸収してしまうため、良否の判定が出来なくなる。

【0030】また、照射角が10度±5度よりも浅い(角度が小さい)と、同図(d)に示すように、バンプが正常な場合でも、光輝像の輪に欠ける部分が現れて輪幅が一様でなくなり、したがって、後述するように輪の幅で良否の判定を行うことが出来なくなる。

【0031】図4(a)、(b)は、上記バンプが正常な場合でも照射角が10度±5度よりも浅い場合に光輝像の輪に欠ける部分が現れる理由を説明する図である。電子部品製造工場において、同図(a)に示すBGA電子部品27が完成すると、チップ内部の回路が正しく端子(バンプ)と接続されていることを確認するためにバンプに通電して接続良否の検査を行う。この検査には、バーイングと呼ばれる二叉状のプロブコンタクト35を図の矢

印Fで示すようにバンプ29の付け根に押し込んで個々のバンプ毎に上記の通電検査を行う。

【0032】このとき、同図(b)のバンプ平面図に示すように、バンプ29の付け根に盛り上がりのつづれた部分29-5が形成される。このつづれそのものは、バンプ29の品質(プリント基板の回路との接続機能)に悪影響を及ぼすものではないが、バンプの形状検査のとき、その映像に図3(d)に示すような影響が現れることになる。上記の部品保持器26と照明ユニット23との位置関係は、上記のつづれた部分29-5を光輝像に含めないように配慮されて設定されている。

【0033】そして、本実施の形態における電子部品検査装置20は、上記の設定により得られる正常バンプ29-1の連続した且つ輪幅の様な輪状の光輝像32に基づいてバンプの良否の検査を行うものである。すなわち、本実施の形態における電子部品検査装置20は、特には図示しないが、CPUやメモリ等から成る部品判定部を装備しており、メモリには、上記の正常バンプ29-1の連続した且つ輪幅の様な輪状の光輝像32に対応する比較用データが、部品の良否判定用プログラムのパラメータとして、部品の種類毎に予め記憶されている。

【0034】本実施の形態においては、このパラメータと図2(b)、(c)に示したような光輝像とに基づいて、BGA電子部品の良否(バンプの良否)を判定するものである。以下、これについて更に説明する。

【0035】図5(a)、(b)は、部品良否判定処理における光輝像の測定方法を示す図であり、図6は、部品判定部による部品良否判定処理の動作を示すフローチャートである。これらの図5及び図6を用いて、BGA電子部品の良否判定処理を説明する。尚、この処理では、図1(a)、(b)に示すBGA電子部品27の1個のボール(バンプ29)毎に順次良否の判定が行われる。

【0036】図6に示すフローチャートにおいて、処理が開始されると、まず、撮影画像(光輝像)の直径を計測する(ステップS1)。この処理では、図5(a)に示すように、光輝像32の0度方向の直径を計測する。そして、計測して得られた寸法データと、予めメモリに記憶されている比較用データと比較して(ステップS2)、その結果が予め設定されている許容範囲内であれば(S2がYes)、次に直径計数回数が所定の回数、すなわち、図5(a)に示す0度、45度、90度、及び-45度の合計4回の計数が終了しているか否かを判別する(ステップS3)。

【0037】そして、未だ4回の計数が終了していなければ(S3がNo)、ステップS1に戻って再びステップS1～S3を繰り返す。これにより、図5(a)に示す、0度、45度、90度、及び-45度の、連続した輪状であるべき光輝像32を8等分する直径が順次計測され、予めメモリに記憶されている比較用データと比較

され、上記4方向全ての測定結果が予め設定されている許容範囲内であれば(S3がYes)、図5(b)に示すリング幅サイズ(輪状光輝像32の輪の幅)の計測処理に移行する。

【0038】尚、もし上記の0度、45度、90度又は-45度の計測の過程において、予めメモリに記憶されている比較用データとの比較結果が予め設定されている許容範囲から外れていれば(S2がNo)、その光輝像32に対応するバンプ29が不良バンプ29-2であると判断して、プリント基板への搭載処理を行わないよう警告報知するエラー処理を行って(ステップS8)、このBGA電子部品27に対する検査を終了する。

【0039】これにより、バンプ29を8等分する4箇所の直径の計測において、一つでも異常が発見された場合は、そのバンプ29は不良である、すなわちそのBGA電子部品27は不良であると判断されて、プリント基板に搭載されることなく廃棄される。

【0040】一方、上述したように、計測された直径が予め設定されている許容範囲内であれば(S3がYes)、図5(b)に示すリング幅サイズの計測処理に移行し、同図5(b)に示すように、0度、45度、90度、及び-45度の方向のうち先ず0度の方向に2箇所のリング幅サイズの計測を実行する(ステップS4)。

【0041】そして、その計測結果が予めメモリに設定されて記憶されている許容範囲内であるか否かを判別し(ステップS5)、許容範囲内であれば(S5がYes)、続いて、このリング幅サイズの計測処理が所定回数、すなわち、図5(b)に示す0度、45度、90度、及び-45度の合計4回の計数が終了しているか否かを判別する(ステップS6)。

【0042】そして、未だ4回、計8箇所の、計数が終了していなければ(S6がNo)、ステップS4に戻って再びステップS4～S6を繰り返す。これにより、図5(b)に示す、0度、45度、90度、及び-45度の、連続した輪状であるべき光輝像32を8等分する8箇所の輪状の光輝幅が順次計測される。そして、その計測結果が予めメモリに記憶されている比較用データと比較され、上記8箇所の全ての測定結果が予め設定されている許容範囲内であれば(S6がYes)、このボール(バンプ)は良品であると判断して(ステップS7)、このバンプに対する検査を終了して次のバンプの計測と判定の処理に実行する。すなわち、再びステップS1～S7の処理が実行される。

【0043】このように処理が繰り返されて、BGA電子部品27の全てのバンプ29に対する計測が異常無し状態で終了すると、このBGA電子部品27は正常である、すなわち良品であると判断して、プリント基板への搭載処理実行の制御に移行する。一方、上記のステップS5で、測定結果が許容範囲外であったときは(S5がNo)、この場合も、上述したステップS8の処理を

行って、このBGA電子部品27に対する検査を終了する。

【0044】このように、BGA電子部品のバンプの直径に相当する光輝像の長さを複数の角度から計測し、バンプの円形度合いを許容範囲内であるかどうか判断し、且つ光輝像の輪状の幅をも複数の角度から計測し、その幅が許容範囲内であるかどうか判断して、凹凸、欠落等の不具合を検出するようにする。そして、計測した長さ、幅の全てが許容範囲内であれば、正常な半球である、すなわち適正な形状のバンプが存在すると判断する。一方、計測した長さ、幅の内、一つでも許容範囲外の長さ又は幅があれば正常なバンプではない、すなわち、不良電子部品であると判断して警告報知する。

【0045】また、従来のようにBGA電子部品を45度回転させて2回に渡る検査を行う必要がなく、1回の撮像で得られた画像を用いてバンプの全周面に互って検査を行うことができるので、正確で時間効率のよい検査を実行することができる。

【0046】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、正常なバンプの撮像画像を連続した且つ輪幅の様な輪状の光輝像として映し出すので、1回の撮像でバンプの全周面に互って検査することができ、したがって、正確で且つ効率よく不良バンプつまり不良電子部品の検出を行うことができ、これにより、バンプ不良のBGA電子部品を誤って実装する不都合を防止することができて経済性と歩留りが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は一実施の形態における電子部品検査装置の側断面図、(b)はその外観斜視図である。

【図2】(a)はBGA電子部品の一部拡大側面図、(b)は電子部品検査装置によって撮像されたBGA電子部品の優良バンプの光輝像を示す図、(c)、(d)は不良バンプの光輝像を示す図である。

【図3】(a)は本実施の形態における部品保持器と照明ユニットとの位置関係を示す図、(b)はその位置関係が良い場合のバンプの映像を示す図、(c)、(d)は位置関係が悪い場合の映像を示す図である。

【図4】(a)、(b)は正常なバンプの光輝像の輪に欠ける部分が現れる場合の理由を説明する図である。

【図5】(a)、(b)は部品良否判定処理における光輝像の測定方法を示す図である。

【図6】部品判定部による部品良否判定処理の動作を示すフローチャートである。

【図7】(a)はBGA電子部品のバンプ配設面(下面)の平面図、(b)はそのA矢視一部拡大図である。

【図8】(a)は従来の電子部品の検査装置の一例を示す斜視図、(b)はその側断面図である。

【図9】(a)は従来の照明器と撮像カメラにより撮像されたBGA電子部品のバンプ配設面を示す図、(b)は

(a) の丸印B部分の模式的拡大図、(c) は(b) の丸印C部分を更に拡大して示すボール良否認識用画像である。

【符号の説明】

- 1 BGA電子部品
- 2 下面
- 3 全面にパンプ
- 4 電子部品検査装置
- 5 制御台
- 6 撮像カメラ
- 7 照明器
- 8 傾斜面
- 9 光源
- 11 部品保持器
- 12 部品 (BGA電子部品)
- 13 パンプ
- 14 照射光
- 15 撮像画像背景部
- 16 光輝像

20 電子部品検査装置

21 撮像カメラ

22 レンズ

23 照明ユニット

24 光源室

25 光源

26 部品保持器

27 部品 (BGA電子部品)

28 照射光

10 29 パンプ

29-1 正常パンプ

29-2、29-3 不良パンプ

29'、29'' 正常であるべきパンプの形状

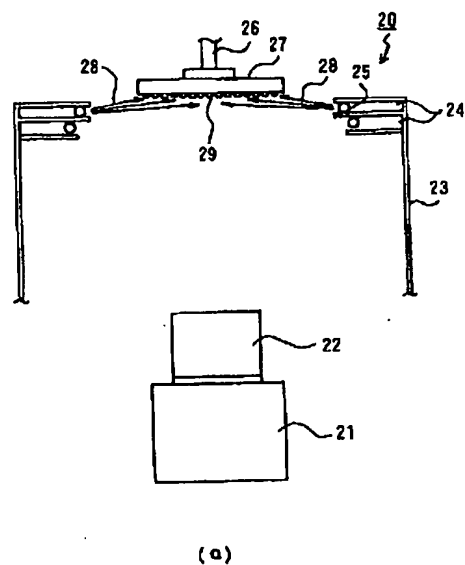
32 光輝像

32-1 正常光輝像

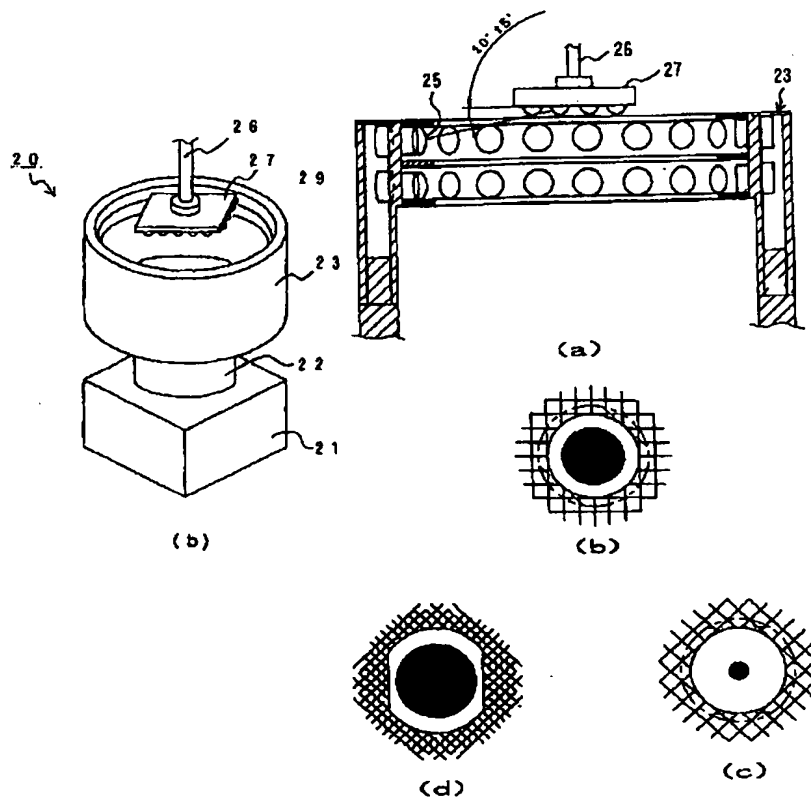
32-2、32-3 不良光輝像

35 プローブコンタクト (バーイング)

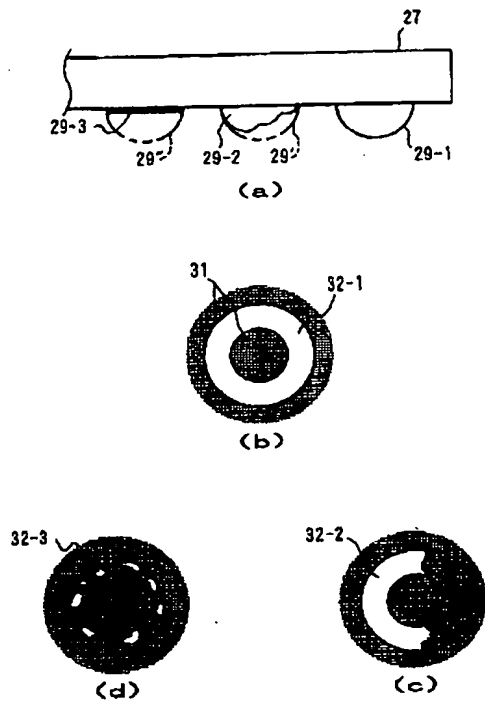
【図1】



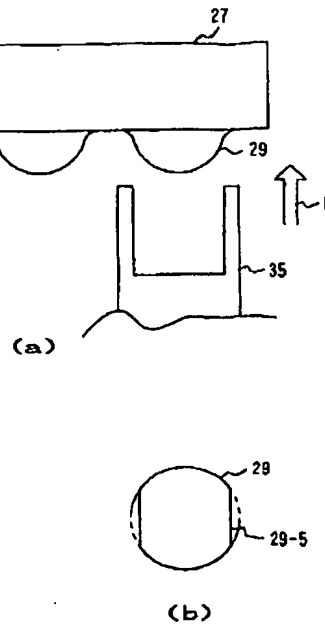
【図3】



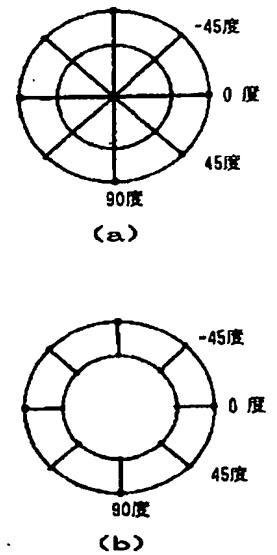
【図2】



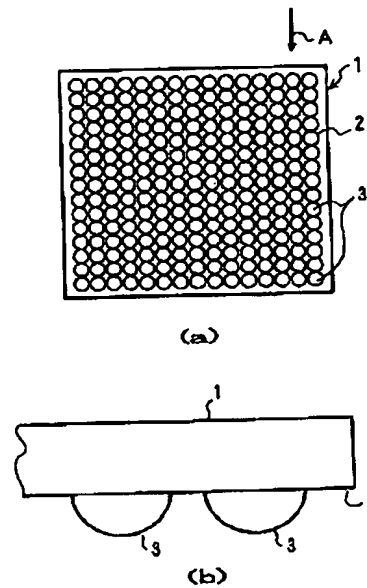
【図4】



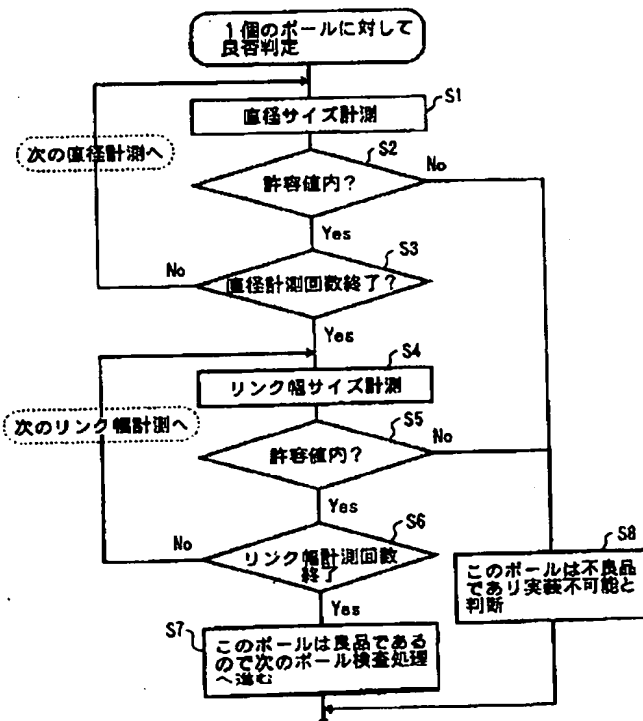
【図5】



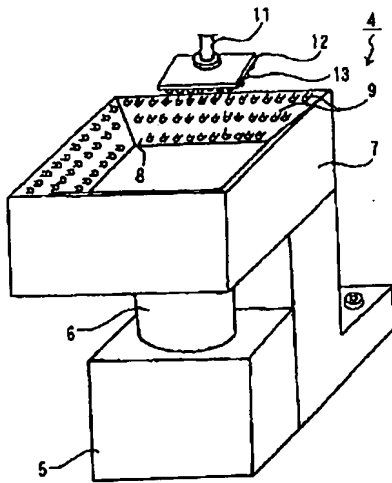
【図7】



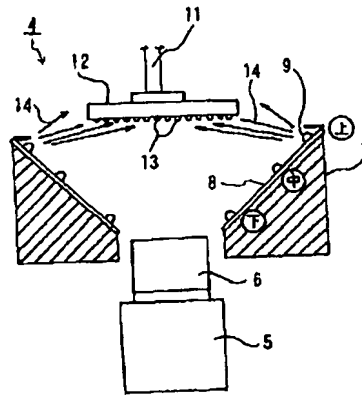
【図6】



【図8】

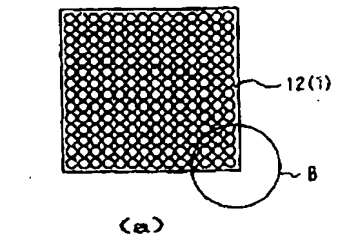


(a)

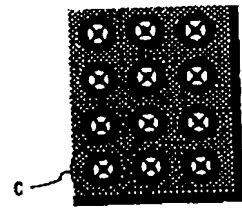


(b)

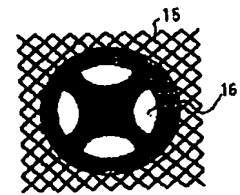
【図9】



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA61 BB07 BB25 CC26 FF04
 GG07 GG13 PP11 TT03 UU01
 5B057 AA03 BA15 DA03 DB02 DC03
 DC09 DC36

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.